

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

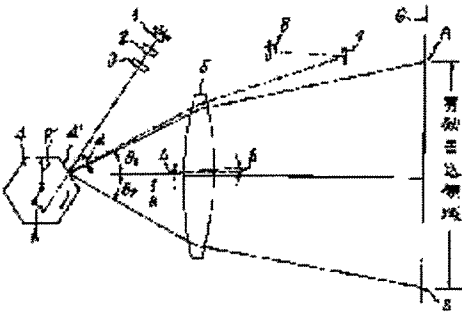
(11) Publication number : 10-253915
(43) Date of publication of application : 25.09.1998

(51) Int.Cl. G02B 26/10
G02B 26/10
G02B 13/00
G02B 13/18

(21) Application number : 10-001081 (71) Applicant : RICOH CO LTD
(22) Date of filing : 06.01.1998 (72) Inventor : HAYASHI
YOSHIAKI
SUZUKI SEIZO
MASUDA KOJI

(30) Priority
Priority number : 09 562 Priority 07.01.1997 Priority JP
date : country :

(54) OPTICAL SCANNER



(57) Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a new optical scanner with large latitude in optical system design.
SOLUTION: In the optical scanner coupling luminous flux from a light source 1 with a coupling lens 2, deflecting the flux in a constant angular velocity with a polygon mirror 4, converging the deflected luminous flux toward a surface 6 to be scanned by a second optical system 5 containing a scan

image forming element and scanning the surface 6 to be scanned at a nearly constant speed, when a direction of main light when the main light of the deflected luminous flux by the polygon mirror 4 orthogonally intersects the surface to be scanned is made a reference direction a, an angle: θ_1 between the main light of the deflected luminous flux going toward one end A of an effective write-in area and the reference direction a is different from the angle: θ_2 between the main light of the deflected luminous flux going toward the other end B of the effective write-in area and the reference direction a each other, and one or above of image forming elements of the scan image forming element are shifted and/or tilted for the reference direction a in a deflection plane so as to reduce the effect of a sag.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-253915

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 B 26/10

識別記号
1 0 3

F I
G 0 2 B 26/10

1 0 3

E

13/00

13/00

13/18

13/18

審査請求 有 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-1081

(22)出願日 平成10年(1998)1月6日

(31)優先権主張番号 特願平9-562

(32)優先日 平9(1997)1月7日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 林 善紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

(72)発明者 鈴木 清三

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

(72)発明者 増田 浩二

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

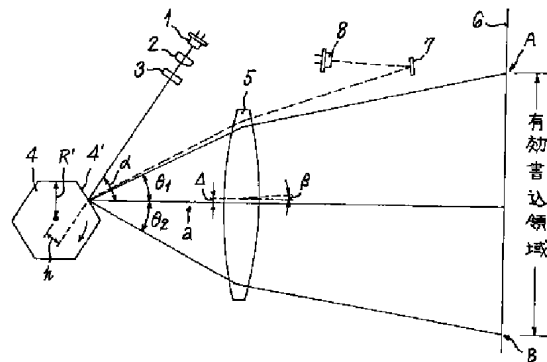
(74)代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54)【発明の名称】 光走査装置

(57)【要約】

【課題】光学系設計の自由度の大きい新規な光走査装置を実現する。

【解決手段】光源1からの光束をカップリングレンズ2でカップリングし、ポリゴンミラー4により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像素子を含む第2光学系5により被走査面6に向けて集光させ、被走査面6を略等速的に走査する光走査装置において、ポリゴンミラー4による偏向光束の主光線が被走査面に直交するときの上記主光線の方を基準方向aとすると、有効書込領域の一端Aに向かう偏向光束の主光線が上記基準方向aと成す角： θ_1 と、有効書込領域の他端Bに向う偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_2 とが互いに異なり、走査結像素子の結像素子の1以上が、サグの影響を軽減させるように、偏向面内において、上記基準方向に対しシフトおよび／またはチルトされている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源と、

光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを含む第1光学系と、

この第1光学系からの光束を等角速度的に偏向させるポリゴンミラーと、

このポリゴンミラーによる偏向光束を被走査面に向けて集光させ、上記被走査面を略等速的に走査する走査結像素子を含む第2光学系とを有し、

上記走査結像素子は1以上の結像素子で構成され、ポリゴンミラーによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの上記主光線の方を基準方向とすると、有効書込領域の一端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_1 と、上記有効書込領域の他端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_2 とが互いに異なり、

上記走査結像素子の結像素子の1以上が、サグの影響を軽減させるように、偏向面内において、上記基準方向に対しシフトおよび／またはチルトされていることを特徴とする光走査装置。

【請求項2】請求項1記載の光走査装置において、第1光学系は、カップリングされた光束を副走査対応方向に収束させて、ポリゴンミラーの偏向反射面近傍に主走査対応方向に長い線像に結像させるシリンドリカルレンズを有し、

第2光学系は、副走査対応方向に関して、ポリゴンミラーの偏向反射面と被走査面とを実質的に共役関係とするものであることを特徴とする光走査装置。

【請求項3】請求項1または2記載の光走査装置において、

第1光学系のカップリングレンズが、光源からの光束を平行光束に変換することを特徴とする光走査装置。

【請求項4】請求項1または2記載の光走査装置において、

第1光学系のカップリングレンズが、光源からの光束を弱い収束性もしくは弱い発散性の光束に変換することを特徴とする光走査装置。

【請求項5】請求項1または2または3または4記載の光走査装置において、

第2光学系の走査結像素子は単玉レンズであることを特徴とする光走査装置。

【請求項6】請求項5記載の光走査装置において、走査結像素子である単玉レンズの少なくとも1面は、偏向直交面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねる線が偏向面内で非円弧且つ非直線となる特殊なトーリック面であることを特徴とする光走査装置。

【請求項7】請求項1または2または3または4記載の光走査装置において、

第2光学系の走査結像素子が2枚以上のレンズで構成されることを特徴とする光走査装置。

【請求項8】請求項1～7の任意の1に記載の光走査装置において、

ポリゴンミラーにより偏向され、走査結像素子の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段が、角： θ_1 、 θ_2 の小さい側に配備されることを特徴とする光走査装置。

【請求項9】光源と、

光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを含む第1光学系と、

この第1光学系からの光束を等角速度的に偏向させるポリゴンミラーと、

このポリゴンミラーによる偏向光束を被走査面に向けて集光させ、上記被走査面を略等速的に走査する走査結像素子を含む第2光学系とを有し、

上記走査結像素子は1以上の結像素子で構成され、ポリゴンミラーによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの上記主光線の方を基準方向とすると、有効書込領域の一端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_1 と、上記有効書込領域の他端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_2 とが互いに異なり、

ポリゴンミラーにより偏向され、走査結像素子の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段が、上記角： θ_1 、 θ_2 の小さい側に配備されることを特徴とする光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光走査装置において、光偏向器により偏向された光束を被走査面上に収束させる走査結像素子は、従来、偏向光束の主光線が被走査面に直交するとき、上記主光線が走査結像素子の光軸に合致するように設けられ、有効書込領域は、上記光軸が中心となるように設定されていた。

【0003】このような走査結像素子の配備状態では、有効書込領域の一端へ向かう偏向光束の偏向角と、他端へ向かう偏向光束の偏向角とは互いに同じ大きさになるが、このような光学配置は、光走査装置における光学系設計に対する大きな制約となる。

【0004】また、光走査装置において光束を偏向させる光偏向器としては、ポリゴンミラーを用いるものが一般的であるが、ポリゴンミラーは、偏向反射面の回転軸が偏向面と離れているため、偏向反射面により偏向される偏向光束の偏向の起点がポリゴンミラーの回転に伴い不規則に変動する「サグ」の問題があり、サグは走査結像素子の光軸に対して非対称であるため、像面湾曲やf θ 特性・リニアリティ等も光軸に対して非対称に発生する。このような非対称な像面湾曲やf θ 特性・リニアリ

ティ等を光軸対称な走査結像素子で補正するのは容易でない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、光学系設計の自由度の大きい新規な光走査装置の実現を課題とする。この発明はまた、光学系設計の自由度が大きく、サグの影響を有効に軽減できる新規な光走査装置の実現を課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の光走査装置は、光源と、第1光学系と、ポリゴンミラーと、第2光学系とを含む。「光源」は、光書込みのための光束を放射する。光源としてはLD（半導体レーザ）やLED（発光ダイオード）を好適に用いることができる。光源としてはまた、LDアレイのように複数の発光源を有するものを用いることもでき、このような光源を用いて複数の走査線を一度に走査するマルチビーム走査を行うようにすることもできる。「第1光学系」は、光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを含む。「ポリゴンミラー」は、駆動モータにより回転され、第1光学系からの光束を等角速度的に偏向させる。「第2光学系」は、ポリゴンミラーによる偏向光束を被走査面に向けて集光させ、被走査面を略等速的に走査する「走査結像素子」を含む光学系である。第2光学系は、上記走査結像素子の他に、面倒れ補正用や像面湾曲補正用の長尺レンズ（長尺トロイダルレンズや長尺シリンドリカルレンズ）、あるいは偏向光束の光路を折り曲げる光路折り曲げミラー等を含むことができる。「走査結像素子」は、1以上の結像素子で構成される。請求項1記載の光走査装置は「ポリゴンミラーによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの上記主光線の方向を基準方向とすると、有効書込領域の一端に向かう偏向光束の主光線が基準方向と成す角： θ_1 と、有効書込領域の他端に向かう偏向光束の主光線が基準方向と成す角： θ_2 とが互いに異なり、走査結像素子のレンズの1以上の光軸が、サグの影響を軽減させるように、偏向面内において、上記基準方向に対しシフト及び／またはチルトされている」ことを特徴とする。「基準方向」における「ポリゴンミラーによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交する」とは、偏向光束が第2光学系の結像作用の影響を受けないとすれば、主光線が被走査面上の走査線に直交することになることを意味する。

【0007】「偏向面」は、ポリゴンミラーにより理想的に偏向された偏向光束の主光線の掃引により形成される平面であり、ポリゴンミラーの回転軸に直交する。なお、光源から被走査面に至る光路を直線的に展開した仮想的な光路上で、主走査方向と平行に対応する方向を「主走査対応方向」と呼び、上記光路上で副走査方向と平行に対応する方向を「副走査対応方向」と呼ぶ。

「シフト」は、上記レンズの光軸が平行的にずらされる

ことを意味し、「チルト」は、上記光軸が基準方向に対して傾けられることを意味する。

【0008】上記のようにすると、前述の「サグ」の影響で「像面湾曲が、基準方向の片側の端部で著しいような場合」や「 f/θ 特性等の等速特性が基準方向の一端部で著しく劣化するような場合」に、第2光学系の走査結像素子における結像素子の1以上を主走査対応方向へシフトさせて、像面湾曲が顕著になる側または等速特性が著しく劣化する側の上記角を小さく、反対側の上記角を大きく設定することにより、全体として像面湾曲または等速特性が比較的良好となる部分に有効書込領域を設定してサグの影響を有効に軽減できるし、同期光検出用の光学系の配備スペースの確保が容易であるなど、光走査装置の設計の自由度を増大することができる。レンズ光軸のチルトにも上記シフトと同様の作用がある。上記シフトとチルトとを同時に与えることもできる。

【0009】上記第1光学系は、カップリングレンズ以外に、カップリングレンズによりカップリングされた光束を副走査対応方向に収束させて、ポリゴンミラーの偏向反射面近傍に主走査対応方向に長い線像に結像させるシリンダレンズあるいは凹シリンダミラーを有することができ、この場合、第2光学系は「副走査対応方向に関して、ポリゴンミラーの偏向反射面と被走査面とを実質的に共役関係とするもの」となる（請求項2）。このようにすることにより、ポリゴンミラーの「面倒れ」を補正することができる。

【0010】第1光学系のカップリングレンズは、光源からの光束を「以後の光学系にカップリングさせる」ための光学系であるが、カップリングレンズの作用としては、光源からの光束を「平行光束」に変換する作用でもよい（請求項3）、あるいは光源からの光束を「弱い収束性の光束もしくは弱い発散性の光束」に変換する作用でもよい（請求項4）。上記請求項1〜4記載の光走査装置において、走査結像素子は結像素子として「結像機能を持つ反射鏡」を含むことができる。

【0011】第2光学系の「走査結像素子」は、単玉レンズとして構成することもできるし（請求項5）、2枚以上のレンズとして構成することもできる（請求項7）。走査結像素子を2枚以上のレンズで構成するとき、シフトを与えるレンズとチルトを与えるレンズとを別個に設定しても良い。

【0012】走査結像素子を単玉レンズとする場合、その少なくとも1面を「偏向直交面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねる線が偏向面内で非円弧且つ非直線となる特殊なトーリック面」とすることができる（請求項6）。また、前述の如く、走査結像素子に、走査結像ミラー（単独で、もしくは他の光学素子と共働して、偏向光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、その走査を等速化する機能を持つ凹面鏡）を用いることもできる。また、ポリゴンミラーにより偏向され、走査結像素

子の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段は、上記角： θ_1 、 θ_2 の小さい側に配備することができる（請求項8）。

【0013】請求項9記載の発明の光走査装置は、光源と、第1光学系と、ポリゴンミラーと、第2光学系とを有する。これらは請求項1記載の光走査装置におけると同様のものであり、第2光学系は「1以上の結像素子」で構成される。請求項9記載の発明の光走査装置は、以下の点を特徴とする。即ち、ポリゴンミラーによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの上記主光線の方向を基準方向とすると、有効書込領域の一端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_1 と、上記有効書込領域の他端に向う偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_2 とが互いに異なり、ポリゴンミラーにより偏向され、走査結像素子の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段が、上記角： θ_1 、 θ_2 の小さい側に配備されるのである。

【0014】

【発明の実施の形態】図1において、LDである光源1から放射される発散性の光束は、カップリングレンズ2によりカップリングされて「平行光束」もしくは「弱い収束性もしくは弱い発散性の光束」となり、シリンダレンズ3により副走査対応方向（図面に直交する方向）に収束され、ポリゴンミラー4の偏向反射面4'の近傍に主走査対応方向に長い線像に結像し、偏向反射面4'による反射光束は、ポリゴンミラー4の等速回転により等角速度的に偏向される。偏向光束は走査結像素子5に入射し、同素子5の作用により被走査面6に向かって集光して光スポットを形成し、被走査面6を略等速的に走査する。被走査面6の位置には実際には光導電性の感光体が配備されるので、光スポットは実質的には感光体表面を光走査する。

【0015】ポリゴンミラー4による偏向光束の主光線が、「被走査面上の走査線に直交する」ときの上記主光線の方向を「基準方向」と呼ぶ。図1には「基準方向」を符号aで示す。即ち、基準方向は、上記偏向光束が「走査結像素子5の結像作用の影響を受けないとすれば、被走査面6上の走査線（光スポットの軌跡）に直交する」ときの主光線の方向である。また、図1において、被走査面6における符号A、Bで示す位置の間の領域を「有効書込領域」と称する。

【0016】有効書込領域の一端Aに向かう偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_1 と、有効書込領域の他端Bに向う偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_2 とは互いに異なる。図1の実施の形態においては、有効書込領域の一端Aは書込み開始側であり、この書込み開始側の角： θ_1 を、書込み終了側である他端Bでの角： θ_2 よりも小さくし、ポリゴンミラー4により偏向され、走査結像素子5の少なくとも一部を透過した偏向

光束を検出する光検出手段7、8（ミラー7とフォトデテクタ8）を、角： θ_1 の側に配備する。角： θ_1 と角： θ_2 を同じにせず、小さい角： θ_1 の側に光検出手段を配備することにより、走査結像素子5の径を大きくすることなく、光検出手段配備のためのスペースを確保でき、光学系設計の自由度を増大することができる。

【0017】ポリゴンミラー4よりも光源1側にある光学系（カップリングレンズ2とシリンダレンズ3）が「第1光学系」であり、ポリゴンミラー4と被走査面6との間に配備される光学系が「第2光学系」である。図1においては第2光学系の、走査結像素子5以外の光学素子は図示を省略されている。図1においては、走査結像素子5は「単玉レンズ」であるが、勿論、走査結像素子を2枚以上のレンズで構成することもできる。ここで、走査結像素子5の「シフト」と「チルト」を説明すると、走査結像素子5の光軸が、偏向面（図1において図が表されている面）内で、基準方向aから主走査対応方向にずれていることをシフトと呼び、その大きさ（図1において、上方へのずれを正とする）を図の如く「 Δ 」で示す。また、走査結像素子5の光軸が偏向面内で基準方向aに対して有限の角（図1で反時計回りを正とする）をなしていることをチルトとよびその大きさを「 β 」で表す。

【0018】走査結像素子5は前述の如く、走査結像素子の1以上のレンズ（走査結像素子5が単玉レンズであるときは当該単玉レンズ、走査結像素子5が複数のレンズで構成されるときは、その内の1枚以上のレンズ）を、シフトおよび／またはチルトさせて配備する。

【0019】即ち、図1に実施の形態を示す光走査装置は、光源1と、光源からの光束をカップリングするカップリングレンズ2を含む第1光学系2、3と、この第1光学系からの光束を等角速度的に偏向させるポリゴンミラー4と、このポリゴンミラーによる偏向光束を被走査面6に向けて集光させ、被走査面6を略等速的に走査する走査結像素子5を含む第2光学系とを有し、走査結像素子は1以上の結像素子で構成され、ポリゴンミラー4による偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの主光線の方向を基準方向aとすると、有効書込領域の一端に向かう偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_1 と、上記有効書込領域の他端に向う偏向光束の主光線が上記基準方向と成す角： θ_2 とが互いに異なり、走査結像素子5の結像素子の1以上が、サグの影響を軽減させるように、偏向面内において、基準方向aに対しシフトおよび／またはチルトされている（請求項1）。また、第1光学系は、カップリングされた光束を副走査対応方向に収束させてポリゴンミラー4の偏向反射面近傍に主走査対応方向に長い線像に結像させるシリンダレンズ3を有し、第2光学系5は、副走査対応方向に関してポリゴンミラーの偏向反射面と被走査面とを実質的に共役関係とし（請求項2）、第1光学系のカッ

プリングレンズは、光源からの光束を平行光束（請求項3）または、弱い集束性もしくは弱い発散性の光束（請求項4）に変換する。さらに、ポリゴンミラー4により偏向され、走査結像素子5の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段7、8が、角： θ_1 、 θ_2 の小さい側に配備されている（請求項8）。

【0020】図7は、請求項9記載の光走査装置の実施の1形態を示している。図示されない光源と、光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを含む第1光学系（図示されず）と、第1光学系からの光束を等角速度的に偏向させるポリゴンミラー4Aと、このポリゴンミラー4Aによる偏向光束を被走査面6に向けて集光させ、被走査面6を略等速的に走査する走査結像素子を含む第2光学系5とを有し、走査結像素子5は1以上の結像素子で構成され、ポリゴンミラー4Aによる偏向光束の主光線が被走査面上の走査線に直交するときの主光線の方向を基準方向aとするとき、有効書込領域の一端A1に向かう偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_1 と、有効書込領域の他端B1に向かう偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_2 とが互いに異なり、ポリゴンミラー4Aにより偏向され、走査結像素子5の少なくとも一部を透過した偏向光束を検出する光検出手段7、8が、角： θ_1 、 θ_2 の小さい側（角： θ_1 の側）に配備されている。

【0021】先に説明した図1の実施の形態との差異は、この実施の形態では走査結像素子5にシフト・チルトが与えられていないことである。ポリゴンミラーによる光束偏向は、ポリゴンミラーにおける偏向反射面ごとに繰り返されるものであり、ポリゴンミラーが小型化した場合などに、光学系の配置によっては、有効書込領域の一端A1に向かう偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_1 と、有効書込領域の他端B1に向かう偏向光束の主光線が基準方向aと成す角： θ_2 とを「 $\theta_1 = \theta_2$ 」として設定したような場合に、有効書込み領域の書込み開始側もしくは終了側の何れかに向かう偏向光束が、図7に示すように、ポリゴンミラー4Aにおける「コーナーの部分」で反射されるようになることが考えられる。図7において、ポリゴンミラー4Aのコーナー部分で反射される偏向光束が、書込み開始側へ向かうような場合には、コーナー部分での反射光束により走査される部分では、偏向光束は上記コーナーにより一部が「ケラれ」てしまうため、この部分では正常な光走査が行われない虞れがある。

【0022】そこでこのような場合には、図7に示すように、各 $\theta_1 < \theta_2$ とすることにより、有効書込み領域の中心を基準方向aに対して終了位置B1側へずらし、位置A1とB1との間で、コーナーでケラれない適正な偏向光束による良好な光走査が行われるようにし、書込み開始側に生じたスペースに光検出手段7、8を配備するのである。光検出手段は偏向光束を検出するのみで十分

であるから、一部がコーナーにケラれた偏向光束でも、十分に検知が可能である。

【0023】

【実施例】具体的な実施例を5例挙げる。以下にあげる各実施例の光走査装置は、図1に即して説明した光学配置のものであり、シリンダレンズ3の中心肉厚、材質の屈折率、第1面および第2面の副走査対応方向の曲率半径をそれぞれ「 d_1 、 n_1 、 r_{1s} 、 r_{2s} 」とし、シリンダレンズ3からポリゴンミラー4による「基準反射位置（偏向光束の主光線が基準方向aと合致するときの反射位置）」までの距離を「 d_2 」、基準反射位置から走査結像素子5の第1面までの基準方向aにおける距離を「 d_3 」とする。なお、レンズ材質の屈折率は全て使用波長（光源1の発光波長）に関するものである。

【0024】またカップリングされた光束が、その後の光学系の影響を受けないと仮定した場合に、自然に集光する位置を「自然集光点」とよび、上記基準反射位置から自然集光点に至る距離（被走査面側に向かって正とする）を「S」とする。また、第1光学系側からポリゴンミラー4に入射する光束の主光線と基準方向aとの成す角を図1のように「 α 」とする。ポリゴンミラーに関しては、その偏向反射面数を「N」、内接円半径を「R'」、第1光学系側から入射する光束の主光線とポリゴンミラー4の回転中心との距離を図1の如く「h」とする。なお「距離の次元」を持つものの単位は「mm」である。

【0025】実施例1

実施例1は図1に即して説明した実施の形態において「走査結像素子5を2枚のレンズで構成した例」である（請求項7）。これら2枚のレンズを、ポリゴンミラー4の側から順次、第1、第2レンズと呼ぶ。

【0026】基準反射位置から第1レンズの第1面（入射側面）までの距離（上記「 d_3 」）に続き、第1レンズの中心肉厚、屈折率をそれぞれ「 d_4 、 n_2 」とし、第1レンズの第2面から第2レンズの入射側面までの距離、第2レンズの中心肉厚、使用波長における屈折率をそれぞれ「 d_5 、 d_6 、 n_3 」とし、第2レンズの射出側面から被走査面に至る距離を「 d_7 」とする。

【0027】 $S = \infty$ （カップリングレンズにより「平行光束」にカップリングされる）

角： $\alpha = 60$ 度

ポリゴンミラー： $R' = 18$ 、 $N = 6$ 、 $h = 10.2$

角： $\theta_1 = 44$ 度、角： $\theta_2 = 46$ 度

$d_1 = 3.0$ 、 $n_1 = 1.511176$ 、 $r_{1s} = 71.5$ （シリンダ面）、 $r_{2s} = \infty$ 、 $d_2 = 100$ 、 $d_3 = 40$ 、 $d_4 = 13.8$ 、 $n_2 = 1.537$ 、 $d_5 = 8.6$ 、 $d_6 = 11.5$ 、 $n_3 = 1.537$ 、 $d_7 = 101.1$ 。

【0028】第1レンズの「入射側面」と、第2レンズ「入射側面」は共に、偏向面内における形状（主走査対応方向の形状）が「非円弧形状」である。

【0029】非円弧形状は、近軸曲率半径：R、円錐定数：K、高次の係数：A、B、C、D、...を用いて、光軸方向の座標：Xと光軸直交方向（シフト・チルトを

$$X = Y^2 / [R + R\sqrt{\{1 - (1 + K)Y^2 / R^2\}}] + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + \dots \quad (1)$$

で表される形状において、R、K、A、B、C、D、...を与えて特定される形状である。高次の係数：A、B、C、D、...は「Yの冪乗が、順次2乗ずつ大きくなる」ように定められる。

【0030】第1及び第2レンズの「入射側面の形状」は、上記非円弧形状を、偏向面内において主走査方向に平行な軸の回りに回転して得られる「非円弧トロイダル面」であり、X軸上における「非円弧形状と上記軸との間の距離：R_S」を与える。

【0031】第1および第2レンズの「射出側の面」は第1レンズ

「入射側レンズ面の形状」

R	K	A	B	C	D
-310.0	27.65	-1.248E-6	5.487E-10	-7.024E-13	3.769E-16
E	F	G	H	R _S	
7.854E-20	-4.369E-23	-2.755E-26	7.47E-30	-19.5	

「射出側レンズ面の形状」

R _H	R _H
-87.5	-31.0

【0034】

第2レンズ

「入射側レンズ面の形状」

R	K	A	B	C	D
-246.0	-15.44	7.637E-7	-6.719E-11	-5.312E-15	-9.740E-19
E	F	G	H	R _S	
-1.276E-23	-3.519E-25	2.322E-28	-3.175E-32	-135.0	

「射出側レンズ面の形状」

R _H	R _H
-248.3	-19.94

【0035】第1および第2レンズは、共にシフトとチルトを与えられている。

第1レンズ： Δ=1.39, β=0.55度

第2レンズ： Δ=1.47, β=-0.7度

実施例1における像面湾曲（主走査方向：破線、副走査方向：実線）と等速特性（fθ特性：破線、トリニアリティ：実線）を図2に示す。

【0036】上記のように、実施例1では、カップリングレンズは光源からの光束を平行光束に変換し（請求項3）、第2光学系の走査結像素子が2枚以上のレンズで構成され（請求項7）、走査結像素子の1以上のレンズが、その光軸を、偏向面内において基準方向に対しシフトおよびチルトさせて配備されている（請求項1）。

【0037】実施例2

実施例2は、図7に即して説明した請求項9記載の発明に対応する実施例である。実施例1における同一の光

与えられていない状態における主走査対応方向）の座標：Yが、

共に「ノーマルトロイダル面」であり、光軸方向と主走査対応方向とで決定される偏向面内の曲率半径：R_Hと「光軸を含む偏向直交面内の曲率半径：R_S」を与えて形状を特定する。

【0032】なお、以下の数値の表現において、Eとそれに続く数字は「冪乗」を表す。例えば、「E-9」は、10の9乗を意味し、この数値がそれ以前にある数値にかかるのである。

【0033】

学系を用い、走査結像素子の各レンズにシフトやチルトを与えず、θ₁=θ₂=45度とした場合の、像面湾曲と等速特性の図を図3に示す。図3と図2を比較すると、光走査の書き出し開始側（図の上端部）における副走査方向の像面湾曲とリニアリティが、実施例1に比して劣化していることが認められる。このことは、実施例1におけるシフト・チルトにより、サグの影響が有効に軽減され、上記像面湾曲やリニアリティが良好に改善されることを意味している。

【0038】しかし、図2と図3とを詳細に比較すると、書き込み開始側で大きく劣化しているのは、リニアリティであることが分かる。そこで、上記の場合に、θ₁=θ₂=45度とするかわりに、θ₁<45度とすることにより、像面湾曲・等速特性の良好な領域で光走査を行い、θ₁<45度とすることにより「書き込み開始側に生じたスペース」に光検出手段を配備するようにすれば、

光走査装置を有効にコンパクトかでき、設計の自由度も大きくなる。書込み終了側においては、 $\theta_2 = 45$ 度とすると、有効書込み領域が狭くなることは避けられない。このような場合、もし、像面湾曲や等速特性が $\theta_2 > 45$ 度の領域でも良好であれば、 $\theta_2 > 45$ として書込み終了側を拡張し、書込み開始側での走査領域の減少分を補うようにしてもよい。勿論、請求項9記載の発明は、像面湾曲や等速特性の「サグによる非対称」があまり著しくないことが前提である。

【0039】なお、図3および図4以下の像面湾曲および等速特性の図は何れも、図2に倣って描かれており、像面湾曲の図では破線が主走査方向、実線が副走査方向であり、等速特性の図においては、破線が $f\theta$ 特性、実線がリニアリティである。

【0040】以下に挙げる実施例3～5は請求項4、5、6記載の発明の実施例である。実施例3～5においては、図1に示した走査結像素子5は「単玉レンズ」で構成される（請求項5）。カップリングレンズによりカップリングされた光束は、実施例2～4とも「弱い収束性」であり（請求項4）、 $S > 0$ である。

【0041】実施例1と同じく、シリンダレンズ3の中心肉厚、屈折率、入射側面および射出側面の副走査対応方向の曲率半径をそれぞれ「 d_1 、 n_1 、 r_{1s} 、 r_{2s} 」、シリンダレンズ3から基準反射位置までの距離を「 d_2 」、基準反射位置から走査結像素子(単玉レンズ)の入射側レンズ面までの基準方向の距離を「 d_3 」、走査結像素子の中心肉厚、屈折率をそれぞれ「 d_4 、 n_2 」とし、走査結像素子の射出側面から被走査面6に至る距離を「 d_5 」とする。

「偏向面内の形状」

n	R_n	K_n	A_n	B_n	C_n	D_n
1	160.325	-58.38	-9.22923E-7	3.65515E-10	-8.34355E-14	1.113E-17
2	-139.26	4.83	-9.71348E-7	2.37E-10	-8.06014E-14	2.65E-17

「偏向直交面内の形状」

n	R_{s0n}	a_n	b_n	c_n	d_n	e_n
1	-108.6	7.803E-2	-3.15051E-4	8.16834E-7	-1.10138E-9	7.352E-13
2	-15.2	-1.6873E-3	3.41942E-6	-4.2899E-9	5.634E-12	-4.189E-15
n	f_n					
1	-1.8802E-16					
2	1.2966E-18					

【0046】走査結像素子は「シフトのみ」を与えられている。即ち、 $\Delta = +0.74$ 、 $\beta = 0$

実施例3における主・副走査方向の像面湾曲と等速特性（ $f\theta$ 特性とリニアリティ）を図4に示す。像面湾曲・等速特性ともに良好に補正されている。なお、偏向光束は主走査対応方向において弱い収束性であるから走査結像素子は、厳密には $f\theta$ レンズでないが、等速特性における $f\theta$ 特性は、 $f\theta$ レンズに対する $f\theta$ 特性と同様にして算出した。以下の実施例3、4でも同様である。

【0042】走査結像素子は、両面とも、偏向面内における形状（主走査対応方向の形状）が上記（1）式で表される非円弧形状であり、（1）式における各「記号」にサフィックス： n を付け、入射側の面に就き $n=1$ 、射出側の面に就き $n=2$ として、近軸曲率半径： R_n 、円錐定数： K_n 、高次の係数： A_n 、 B_n 、 C_n 、 D_n 、...とし、これらを与えて形状特定を行う。

【0043】また、走査結像素子の両面とも前述の「特殊なトーリック面（請求項5）」であり、主走査方向において、光軸から距離： Y の位置における「偏向直交面」内での曲率半径（副走査対応方向の曲率半径）： R_{sn} は、多項式：

$$R_{sn} = R_{s0n} + a_n Y^2 + b_n Y^4 + c_n Y^6 + d_n Y^8 + e_n Y^{10} + f_n Y^{12} + g_n Y^{14} + \dots$$

（入射側の面に就き $n=1$ 、射出側の面に就き $n=2$ ）において、 R_{s0n} 、 a_n 、 b_n 、...を与えて特定される。

【0044】実施例3

$S = 1372.8$ （カップリングレンズにより「弱い収束光束」にカップリングされる）

角： $\alpha = 60$ 度

ポリゴンミラー： $R' = 18$ ， $N = 6$ ， $h = 9.35$

角： $\theta_1 = 43.6$ 度，角： $\theta_2 = 44.4$ 度

$d_1 = 3.0$ ， $n_1 = 1.51933$ ， $r_{1s} = 13.81$ （シリンダ面）， $r_{2s} = \infty$ ， $d_2 = 25.0$ ， $d_3 = 33.1$ ， $d_4 = 13.5$ ， $n_2 = 1.51933$ ， $d_5 = 128.4$ ，。

【0045】

【0047】実施例4

$S = 311.1$ （カップリングレンズにより「弱い収束光束」にカップリングされる）

角： $\alpha = 60$ 度

ポリゴンミラー： $R' = 18$ ， $N = 6$ ， $h = 9.6$

角： $\theta_1 = 44.2$ 度，角： $\theta_2 = 45.7$ 度

$d_1 = 3.0$ ， $n_1 = 1.51933$ ， $r_{1s} = 44.68$ （シリンダ面）， $r_{2s} = \infty$ ， $d_2 = 70.0$ ， $d_3 = 48.1$ ， $d_4 = 20.0$ ， $n_2 = 1.51933$ ， $d_5 = 106.9$ ，。

【0048】

「偏向面内の形状」

n	R_n	K_n	A_n	B_n	C_n	D_n
1	199.5	-35.1384	-1.9846E-7	2.1692E-11	1.9018E-15	-1.88E-19
2	-212.0	2.106	-3.709E-7	1.7132E-11	-5.93E-15	1.494E-18

「偏向直交面内の形状」

n	$R_{\theta 0n}$	a_n	b_n	c_n	d_n	e_n
1	-40.03	-1.19E-2	1.678E-5	-1.7646E-8	9.9902E-12	-2.8335E-15
2	-15.973	-8.58E-4	2.072E-7	1.505E-9	-1.77196E-12	9.1971E-16
n	f_n	g_n				
1	3.154E-19	0.0				
2	-2.28E-19	2.18171E-23				

【0049】走査結像素子には「チルトのみ」が与えられている。即ち、 $\Delta=0$ 、 $\beta=-0.2$ 度実施例4における主・副走査方向の像面湾曲と等速特性（ $f\theta$ 特性とリニアリティ）を図5に示す。像面湾曲・等速特性ともに良好に補正されている。

【0050】実施例5

上記実施例3において、走査結像素子のシフトを $\Delta=+0.74$ から、 $\Delta=+0.80$ に変え、チルトを $\beta=0$ （チルト無し）から $\beta=0.14$ 度に変えた。このとき、像面湾曲・等速特性は図6に示すように、良好に補正される。

【0051】上記実施例1～4では角： α を60度としたが、この角： α をさらに小さくして、第1光学系と第2光学系の光学素子が互いに干渉しあうような配置の場合にも、角： θ_1 、 θ_2 のうちの小さい方を干渉する側にすることにより、第1光学系の光路と第2光学系の光路の干渉を避けることができる。

【0052】また、走査結像素子を単玉レンズとする場合、上記特殊なトーリック面（請求項5）に代えて、通常のトーリック面を用いてもよい。

【0053】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規な光走査装置を実現できる。この発明の光走査装置は上記の如き構成となっているので、光走査装置設計の自由度が大きく、走査結像素子にシフト（およびチルト）を与えることにより、サグに起因する像面湾曲や等速特性の劣化を有効に補正可能である。

【0054】なお、第2光学系の走査結像素子を主走査対応方向において非対称形状とする場合にも、この発明の適用は可能であり、サグ対策上の効果が大きい。また、請求項9記載の発明では、光走査装置のコンパクト化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の光走査装置の実施の形態を説明するための図である。

【図2】実施例1に関する像面湾曲および等速特性の図である。

【図3】実施例2に関する像面湾曲および等速特性の図である。

【図4】実施例3に関する像面湾曲および等速特性の図である。

【図5】実施例4に関する像面湾曲および等速特性の図である。

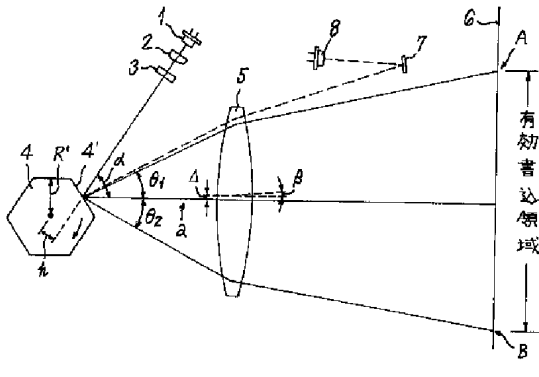
【図6】実施例5に関する像面湾曲および等速特性の図である。

【図7】請求項9記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

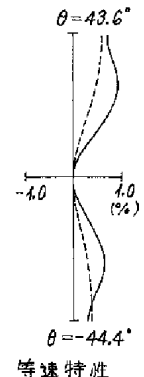
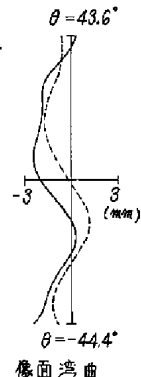
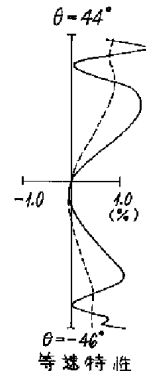
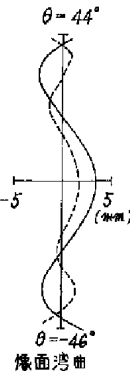
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 カップリングレンズ
- 3 シリンダレンズ
- 4 ポリゴンミラー
- 5 走査結像素子
- 6 被走査面

【図1】

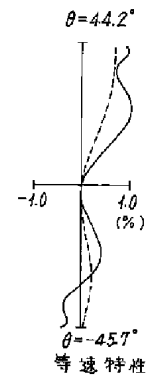
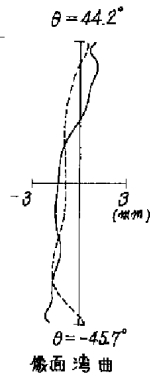
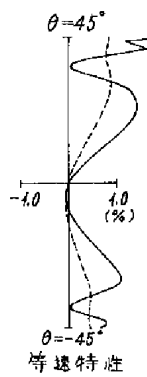
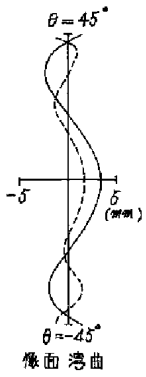


【図2】



【図3】

【図5】



【図6】

【図7】

